

\* NOTICES \*

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the wavelength asynchronous transfer mode device equipped with the wavelength multiplexing transmitting means and the wavelength multiplexing receiving means of transmitting and receiving a wavelength multiplexing lightwave signal, through the working optical transmission line or the reserve optical transmission line said wavelength multiplexing transmitting means As opposed to  $m$  input signals ( $m$  is two or more integers) the method way of an output of an individual ( $m+n$ ) ( $n$  is an integer below or more 1m) A selectable signal selection circuitry,  $m$  working light transmitters and  $n$  reserve light transmitters which output the lightwave signal of wavelength which is connected to each output terminal of said signal selection circuitry, and is mutually different according to the output signal, The wavelength asynchronous transfer mode device characterized by having a wavelength multiplexing means to output the lightwave signal outputted from said working light transmitter and said reserve light transmitter to wavelength many weights, said working optical transmission line, or said reserve optical transmission line.

[Claim 2] A signal selection circuitry is a wavelength asynchronous transfer mode device characterized by being the configuration which changes the input signal linked to the working light transmitter to  $i$  reserve light transmitters when sometimes usually connecting  $m$  input signals to  $m$  working light transmitters in a wavelength asynchronous transfer mode device according to claim 1 and changing  $i$  of said  $m$  working light transmitters ( $i$  is an integer below or more 1n) to a reserve light transmitter.

[Claim 3] It is the wavelength asynchronous transfer mode device which carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal with which a wavelength multiplexing means is usually sometimes outputted from a working light transmitter in a wavelength asynchronous transfer mode device according to claim 1, and is characterized by being the configuration which carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal outputted from a working light transmitter and a reserve light transmitter, and is outputted to an optical transmission line when it outputs to an optical transmission line, it replaces with some working light transmitters and a reserve light transmitter is used.

[Claim 4] A wavelength multiplexing means is a wavelength asynchronous transfer mode device characterized by having the signal selection circuitry which changes the input port of said wavelength multiplexing means by which the lightwave signal outputted from the reserve light transmitter is connected when it has the wavelength dependency it is decided in a wavelength

asynchronous transfer mode device according to claim 3 according to input port and input wavelength that an output port will be, it replaces with some working light transmitters and a reserve light transmitter is used.

[Claim 5] In the wavelength asynchronous transfer mode device equipped with the wavelength multiplexing transmitting means and the wavelength multiplexing receiving means of transmitting and receiving a wavelength multiplexing lightwave signal, through the working optical transmission line or the reserve optical transmission line said wavelength multiplexing receiving means A wavelength separation means to divide into the lightwave signal of each wavelength the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from said working optical transmission line or said reserve optical transmission line, m working light receivers (m is two or more integers) and n reserve light receivers (n is the integer below or more 1m) which are connected to each output terminal of said wavelength separation means, and receive the lightwave signal of each wavelength corresponding to each output terminal, The wavelength asynchronous transfer mode device characterized by having a selectable signal selection circuitry for m method ways of an output to the input signal of the individual outputted from said m working light receivers and said n reserve light receivers (m+n).

[Claim 6] It is the wavelength asynchronous transfer mode device characterized by being the configuration which changes the output signal of the working light receiver to the output signal of a reserve light receiver in a wavelength asynchronous transfer mode device according to claim 5 when a signal selection circuitry sometimes usually outputs the output signal of m working light receivers and i of said m working light receivers (i is an integer below or more 1n) are changed to a reserve light receiver, and outputs.

[Claim 7] In a wavelength asynchronous transfer mode device according to claim 5 a wavelength separation means Usually, when separate spectrally the wavelength multiplexing lightwave signal from a working optical transmission line into each wavelength, it inputs into a working light receiver, it replaces with some working light transmitters and a reserve light transmitter is sometimes used Or the wavelength asynchronous transfer mode device characterized by being the configuration of inputting into the working light receiver and reserve light receiver which separate spectrally into each wavelength the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from a working optical transmission line, and correspond, respectively when it replaces with some working light receivers and a reserve light receiver is used.

[Claim 8] A wavelength multiplexing receiving means according to claim 5 to receive the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line, Two or more wavelength asynchronous transfer mode devices equipped with a wavelength multiplexing transmitting means according to claim 1 to transmit the wavelength multiplexing lightwave signal outputted to an optical transmission line, In the wavelength multiplex transmission system which connected to concatenation one or more junction optical amplifiers arranged between each wavelength asynchronous transfer mode device The wavelength multiplex transmission system characterized by being the configuration which makes the same wavelength (reserve wavelength) of the lightwave signal transmitted to a reserve light receiver from a reserve light transmitter between each wavelength asynchronous transfer mode device.

[Claim 9] The wavelength multiplex transmission system which carries out the monitor of the lightwave signal of reserve wavelength between each wavelength asynchronous transfer mode device, and is characterized by being the configuration with which the gain control of a junction optical amplifier, an output light level control, or control of the both is presented in a wavelength multiplex transmission system according to claim 8.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention -- present -- business -- it is related with the wavelength multiplex transmission system which connected a wavelength asynchronous transfer mode device and it equipped with the system and the reserve system to concatenation. failure of the equipment which transmits and receives a wavelength multiplexing lightwave signal especially, or failure of the optical transmission line which transmits a wavelength multiplexing lightwave signal -- receiving -- present -- business -- it is related with a configuration for the change in a reserve system from a system to perform failure restoration.

[0002]

[Description of the Prior Art] drawing 11 -- present -- business -- the example of a configuration of the conventional wavelength asynchronous transfer mode device equipped with the system and the reserve system is shown. drawing -- setting -- the wavelength multiplexing transmitting means 51-1, 51-2, an optical transmission line 52-1, 52-2, the wavelength multiplexing receiving means 53-1, and 53-2 -- respectively -- present -- business -- it is independently arranged as a system and a reserve system. The wavelength multiplexing transmitting means 51-1 and 51-2 are constituted by an optical transmission line 52-1 and the optical multiplexing machine 55 sent out to 52-2 by carrying out wavelength multiplexing of the lightwave signal of each wavelength to n optical transmitters 54 with which light source wavelength differs mutually. The wavelength multiplexing receiving means 53-1 and 53-2 are constituted by an optical transmission line 52-1, the optical separator 56 which separates spectrally into each wavelength the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from 52-2, and n optical receivers 57 which receive the lightwave signal of each wavelength. here -- present -- business -- p shows the channel of w and a reserve system for the channel of a system.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the conventional wavelength asynchronous transfer mode device -- equipment failure or optical transmission line failure -- receiving -- present -- business -- it has composition which carries out failure restoration by changing from a system to

a reserve system. The trouble at this time is explained with reference to drawing 12 . Here, a two-channel multiple configuration is shown.

[0004] drawing 12 (a) it is shown -- as -- present -- business -- the time of one channel of the wavelength multiplexing transmitting means 51-1 of a system breaking down -- drawing 12 (c) if only one of them is changed to the wavelength multiplexing transmitting means 51-2 of a reserve system so that it may be shown -- both optical transmission lines 52-1 and 52-2 -- present -- business -- it will become a system. Such a situation becomes the cause of derangement of a system on maintenance / employment and is not desirable. Also in the case of failure [ in order to avoid it ] of one channel, it is drawing 12 (d). All channels are collectively changed to a reserve system so that it may be shown, and it is made to apply only by the piece system. moreover, drawing 12 (b) it is shown -- as -- present -- business -- the case where the optical transmission line 52-1 of a system breaks down -- drawing 12 (d) All channels are collectively changed to a reserve system so that it may be shown.

[0005] thus, the conventional wavelength asynchronous transfer mode device -- wavelength multiplexing transmitting means, optical transmission lines, and all the wavelength multiplexing receiving means -- present -- business -- it has composition equipped with the reserve system other than a system. Therefore, especially, the optical transmitter and the optical receiver became twice as required as the number of channels, and caused a cost rise of a wavelength asynchronous transfer mode device.

[0006] This invention constitutes a reserve system from minimum device, and aims at offering the wavelength asynchronous transfer mode device and wavelength multiplex transmission system which can reduce the cost for a doubleness configuration.

[0007]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 shows the basic configuration and the example of a change of a wavelength asynchronous transfer mode device of this invention. In drawing, the wavelength multiplexing transmitting means 10 receives m input signals (m is two or more integers) S1-Sm. The method way of an output of an individual (n is an integer below or more 1m) The selectable signal selection circuitry 11, (m+n) It is constituted by the wavelength multiplexing means 14 which light source wavelength carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of each wavelength to m optical transmitters 12-1 - 12-m, and mutually different n optical transmitters 13-1 - 13-n, and sends out to an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2. The wavelength multiplexing receiving means 20 is constituted by the selectable signal selection circuitry 24 in m method ways of an output to m optical receivers 22-1 - 22-m and n optical receivers 23-1 - 23-n which receives a wavelength separation means 21 to separate spectrally into each wavelength the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2, and the lightwave signal of each wavelength, and the input signal of an individual (m+n). here -- present -- business -- p shows the channel of w and a reserve system for the channel of a system.

[0008] drawing 1 (a) the optical transmitter 12-1 - 12-m, an optical transmission line 52-1, the optical receiver 22-1 - 22-m -- present -- business -- it considers as a system and the normal state which employs the optical transmitter 13-1 - 13-n, an optical transmission line 52-2, the optical receiver 23-1 - 23-n as a reserve system is shown. That is, the signal selection circuitry 11 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 connects m input signals S1-Sm to the optical transmitter 12-1 - 12-m, and the wavelength multiplexing means 14 carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal outputted from the optical transmitter 12-1 - 12-m, and it

sends it out to an optical transmission line 52-1. The wavelength separation means 21 of the wavelength multiplexing receiving means 20 divides into each wavelength the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1, and connects it to the optical receiver 22-1 - 22-m, and the input signal is outputted through the signal selection circuitry 24.

[0009] drawing 1 (b) present -- business -- the optical transmitter 12-1 of a system breaks down, and the condition of changing and applying to the optical transmitter 13-1 of a reserve system is shown. That is, the signal selection circuitry 11 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 changes the input signal S1 linked to the optical transmitter 12-1 to the optical transmitter 13-1, and the wavelength multiplexing means 14 carries out wavelength multiplexing of the optical transmitter 12-2 - 12-m, and the lightwave signal outputted from 13-1, and it sends it out to an optical transmission line 52-1. At this time, the wavelength of the lightwave signal transmitted from the optical transmitter 13-1 of a reserve system is set as the same wavelength as the broken optical transmitter 12-1, or other wavelength.

[0010] With the wavelength multiplexing receiving means 20, as the optical receiver 22-1 receives or it is shown in drawing according to the wavelength of the lightwave signal transmitted from the optical transmitter 13-1 of a reserve system, the optical receiver 23-1 of a reserve system receives, and it outputs through the signal selection circuitry 24.

[0011] moreover -- present -- business -- it is also the same as when the optical receiver 22-1 of a system breaks down. In this case, the lightwave signal received by the optical receiver 22-1 with the wavelength separation means 21 of the wavelength multiplexing receiving means 20 may be changed to the optical receiver 23-1 of a reserve system, and you may make it make the optical receiver 23-1 of a reserve system receive by changing the wavelength of that lightwave signal with the wavelength multiplexing transmitting means 10.

[0012] drawing 1 (c) present -- business -- the optical transmission line 52-1 of a system breaks down, and the condition of changing and applying to the optical transmission line 52-2 of a reserve system is shown. Namely, the wavelength multiplexing means 14 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal outputted from the optical transmitter 12-1 - 12-m, and sends it out to an optical transmission line 52-2. The wavelength separation means 21 of the wavelength multiplexing receiving means 20 divides into each wavelength the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-2, and connects it to the optical receiver 22-1 - 22-m.

[0013] Thus, it has the reserve system of an optical transmitter and an optical receiver by the n channel, and enables it to correspond to both equipment failure and optical transmission line failure in wavelength multiplex transmission of m channels in the wavelength asynchronous transfer mode device of this invention. The value of this n is decided in the range of m from 1 according to a failure generating situation and a restoration demand. namely, -- present -- business -- it is not necessary to necessarily number[ same ]-prepare a system and a reserve system, and a reserve system can consist of minimum configurations.

[0014]

[Embodiment of the Invention]

(1st operation gestalt of the wavelength multiplexing transmitting means 10) Drawing 2 indicates the example of a change over optical transmitter failure to be the 1st operation gestalt of the wavelength multiplexing transmitting means 10. Here, the case of m= 3 in the basic configuration of drawing 1 and n= 1 is shown.

[0015] drawing -- setting -- input signals S1, S2, and S3 -- the signal selection circuitry 11 -- minding -- the optical transmitter 12-1 - 12- it is inputted into 3 or 13. It connects with the optical coupler 16-1 or the optical coupler 16-2 through an optical switch 15-1 to 15-4, and the output of each optical transmitter is sent out to an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2.

[0016] At a normal state, it is drawing 2 (a). The signal selection circuitry 11 connects input signals S1, S2, and S3 to the optical transmitter 12-1 to 12-3, through an optical switch 15-1 to 15-3, connects with the optical coupler 16-1, carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1, lambda2, and lambda3 outputted from each optical transmitter, and sends it out to an optical transmission line 52-1 so that it may be shown.

[0017] By the case where the optical transmitter 12-2 breaks down, it is drawing 2 (b). The signal selection circuitry 11 connects an input signal S2 to the optical transmitter 13, through an optical switch 15-1 to 15-4, connects with the optical coupler 16-1, carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1 and lambda3 outputted from each optical transmitter, and lambdaaa, and sends it out to an optical transmission line 52-1 so that it may be shown. With this configuration, since an optical switch 15 and the optical coupler 16 do not have a wavelength dependency, wavelength lambdaaa of the optical transmitter 13 is arbitrary. In addition, to use the optical multiplexing machine which replaces with the optical coupler 16 and has a wavelength dependency, it is necessary to choose wavelength lambdaaa as the wavelength doubled with the optical multiplexing machine.

[0018] (1st operation gestalt of the wavelength multiplexing receiving means 20) Drawing 3 indicates the example of a change over optical transmitter failure of the wavelength multiplexing transmitting means 10 to be the 1st operation gestalt of the wavelength multiplexing receiving means 20 (m= 3, n= 1).

[0019] in drawing, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2 is separated spectrally into the lightwave signal of each wavelength by the optical separator 25-1 and 25-2 -- having -- one [ each ] lightwave signal -- an optical switch 26-1 to 26-4 -- minding -- the optical receiver 22-1 - 22- it is inputted into 3 and 23. The output of each optical receiver is outputted through the signal selection circuitry 24. In addition, as an optical separator 25, a dielectric multilayers optical filter, the array waveguide diffraction grating (AWG) mentioned later, a fiber grating, an optical circulator, etc. can be used.

[0020] Drawing 3 (a) When the wavelength multiplexing transmitting means 10 is a normal state ( drawing 2 (a)), the connection condition of the wavelength multiplexing receiving means 20 is shown. That is, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 is separated spectrally into the lightwave signal of each wavelength with an optical separator 25-1, and the lightwave signal of wavelength lambda1-lambda3 is inputted into the optical receiver 22-1 to 22-3 through an optical switch 26-1 to 26-3. The signal selection circuitry 24 outputs the output signal of the optical receiver 22-1 to 22-3.

[0021] Drawing 3 (b) When the optical transmitter 12-2 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 breaks down ( drawing 2 (b)), the connection condition of the wavelength multiplexing receiving means 20 is shown. namely, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 -- an optical separator 25-1 -- the lightwave signal of each wavelength -- separating spectrally -- the lightwave signal of wavelength lambda1 and lambda3 and lambdaaa -- an optical switch 26-1, 26-3, and 26-4 -- minding -- the optical receiver 22-1 and 22- it inputs into 3 and 23. the signal selection circuitry

24 -- optical receiver 22- the output signal of 1, 23, and 22-3 is outputted. In addition, if wavelength lambdaa of the lightwave signal transmitted from the optical transmitter 13 is lambda 2, it is drawing 3 (a). The configuration of the shown wavelength multiplexing receiving means 20 may be used.

[0022] (Example of a change over optical receiver failure of the wavelength multiplexing receiving means 20) It is as follows when the optical receiver 22-2 of the wavelength multiplexing receiving means 20 breaks down. Drawing 3 (b) In a configuration, the lightwave signal of the wavelength lambda 2 separated spectrally into the optical receiver 22-2 from an optical separator 25-1 is sent out to the spare optical receiver 23. The configuration of the optical separator which makes this possible is drawing 4 (a). It constitutes from an optical splitter 31, an optical filter 32-1 to 32-3, and a transmitted wave length good light variation filter 33, and it adjusts so that the transmitted wave length of the transmitted wave length good light variation filter 33 may be set to lambda 2, so that it may be shown. Or drawing 4 (b) It constitutes from an optical splitter 31 and a transmitted wave length good light variation filter 33-1 to 33-4, and it adjusts so that the transmitted wave length of the transmitted wave length good light variation filter 33-4 may be set to lambda 2, so that it may be shown.

[0023] Or the lightwave signal of wavelength lambdaa is made to transmit from the optical transmitter 13, and you may make it make the optical receiver 23 receive the lightwave signal like the case where the optical transmitter 12-2 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 breaks down.

[0024] (2nd operation gestalt of the wavelength multiplexing transmitting means 10) Drawing 5 indicates the example of a change over optical transmitter failure to be the 2nd operation gestalt of the wavelength multiplexing transmitting means 10. Here, the case of m= 3 in the basic configuration of drawing 1 and n= 1 is shown.

[0025] drawing -- setting -- input signals S1, S2, and S3 -- the signal selection circuitry 11 -- minding -- the optical transmitter 12-1 - 12- it is inputted into 3 or 13. It connects with the predetermined input port of the array waveguide diffraction grating (henceforth "AWG") 17, and the output of each optical transmitter is sent out to an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2 from the predetermined output port of AWG17.

[0026] AWG17 is an optical multiplexing machine with the wavelength dependency it is decided according to input port and input wavelength that an output port will be. Here, when the lightwave signal of wavelength lambda1, lambda2, lambda3, and lambda4 is inputted into four input port, the wavelength multiplexing lightwave signal which multiplexed them shall be outputted to the output port connected to an optical transmission line 52-1.

[0027] At a normal state, it is drawing 5 (a). The signal selection circuitry 11 connects input signals S1, S2, and S3 to the optical transmitter 12-1 to 12-3, carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1, lambda2, and lambda3 outputted from each optical transmitter by AWG17, and sends it out to an optical transmission line 52-1 so that it may be shown.

[0028] By the case where the optical transmitter 12-2 breaks down, it is drawing 5 (b). The signal selection circuitry 11 connects an input signal S2 to the optical transmitter 13, carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1, lambda3, and lambda4 outputted from each optical transmitter by AWG17, and sends it out to an optical transmission line 52-1 so that it may be shown. With this configuration, the wavelength of the optical transmitter 13 is limited to lambda 4.

[0029] Moreover, drawing 5 (c) If the lightwave signal of the same wavelength lambda 2 as the optical transmitter 12-2 with which the optical transmitter 13 broke down shall be outputted so that it may be shown, it will change so that the lightwave signal of the wavelength lambda 2 outputted from the optical transmitter 13 through the signal selection circuitry 18 may be connected to the 2nd input port of AWG17. The lightwave signal of wavelength lambda 2 becomes being the same as that of the condition of having been outputted from the optical transmitter 12-2 by this, and it is sent out to an optical transmission line 52-1 from AWG17.

[0030] (2nd operation gestalt of the wavelength multiplexing receiving means 20) Drawing 6 indicates the example of a change over optical transmitter failure of the wavelength multiplexing transmitting means 10 to be the 2nd operation gestalt of the wavelength multiplexing receiving means 20 ( $m= 3, n= 1$ ).

[0031] in drawing, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2 is inputted into the predetermined input port of AWG27 -- having -- the lightwave signal of each wavelength -- separating spectrally -- the optical receiver 22-1 from a respectively predetermined output port - 22- it is inputted into 3 and 23. The output of each optical receiver is outputted through the signal selection circuitry 24. This AWG27 is operated as an optical separator with a wavelength dependency by replacing the input/output port of AWG17 used for the wavelength multiplexing transmitting means 10.

[0032] Drawing 6 (a) When the wavelength multiplexing transmitting means 10 is a normal state ( drawing 5 (a)), the connection condition of the wavelength multiplexing receiving means 20 is shown. That is, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 is separated spectrally into the lightwave signal of each wavelength by AWG27, and the lightwave signal of wavelength lambda1-lambda3 is inputted into the optical receiver 22-1 to 22-3. The signal selection circuitry 24 outputs the output signal of the optical receiver 22-1 to 22-3.

[0033] Drawing 6 (b) When the optical transmitter 12-2 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 breaks down ( drawing 5 (b)), the connection condition of the wavelength multiplexing receiving means 20 is shown. namely, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from an optical transmission line 52-1 -- AWG27 -- the lightwave signal of each wavelength -- separating spectrally -- the lightwave signal of wavelength lambda1, lambda3, and lambda4 -- the optical receiver 22-1 and 22- it inputs into 3 and 23. the signal selection circuitry 24 -- optical receiver 22- the output signal of 1, 23, and 22-3 is outputted. In addition, drawing 5 (c) When the optical transmitter 12-2 breaks down so that it may be shown, and the lightwave signal of wavelength lambda 2 is transmitted from the optical transmitter 13, it is drawing 6 (a). It can respond with a configuration.

[0034] (Example of a change over optical receiver failure of the wavelength multiplexing receiving means 20) It is as follows when the optical receiver 22-2 of the wavelength multiplexing receiving means 20 breaks down. Drawing 6 (b) The optical transmitter 12-2 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 breaks down, and the lightwave signal of wavelength lambda 4 is made to transmit from the optical transmitter 13, and it is made to make the optical receiver 23 receive the lightwave signal in a configuration like the case where the lightwave signal of wavelength lambda 4 is transmitted from the optical transmitter 13. the signal selection circuitry 24 -- optical receiver 22- the output signal of 1, 23, and 22-3 is outputted.

[0035] In the configuration of each operation gestalt of the wavelength multiplexing transmitting means 10 shown above and the wavelength multiplexing receiving means 20, combination with

the wavelength multiplexing receiving means 20 shown in the wavelength multiplexing transmitting means 10 shown in drawing 2 and drawing 6 or combination with the wavelength multiplexing receiving means 20 shown in the wavelength multiplexing transmitting means 10 shown in drawing 5 and drawing 3 is sufficient.

[0036] (Example of a change over optical transmission line failure) Drawing 7 shows the example of a change of the wavelength multiplexing transmitting means 10 against optical transmission line failure. Here, the configuration of the wavelength multiplexing transmitting means 10 is the same as that of drawing 2 (1st operation gestalt). Moreover, although not illustrated, the configuration of the wavelength multiplexing receiving means 20 is the same as that of drawing 3 (1st operation gestalt).

[0037] drawing -- setting -- input signals S1, S2, and S3 -- the signal selection circuitry 11 -- minded -- the optical transmitter 12-1 - 12- it is inputted into 3 or 13. It connects with the optical coupler 16-1 or the optical coupler 16-2 through an optical switch 15-1 to 15-4, and the output of each optical transmitter is sent out to an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2.

[0038] At a normal state, it is drawing 7 (a). The signal selection circuitry 11 connects input signals S1, S2, and S3 to the optical transmitter 12-1 to 12-3, through an optical switch 15-1 to 15-3, connects with the optical coupler 16-1, carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1, lambda2, and lambda3 outputted from each optical transmitter, and sends it out to an optical transmission line 52-1 so that it may be shown.

[0039] By the case where an optical transmission line 52-1 breaks down, it is drawing 7 (b). An optical switch 15-1 to 15-3 connects and carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1, lambda2, and lambda3 outputted from the optical transmitter 12-1 to 12-3 to the optical coupler 16-2, and sends out to an optical transmission line 52-2 so that it may be shown.

[0040] In addition, mutually-independent [ of the correspondence to failure of drawing 2 and the optical transmitter-receiver shown in 3 and the correspondence to failure of the optical transmission line shown in drawing 7 ] is carried out, and it is also possible to combine both. namely, -- present -- the optical transmitter 12-2 of business -- or -- present -- the optical receiver 22-2 of business -- breaking down -- the change to the optical transmitter 13 or the optical receiver 23 -- present -- the optical transmission line 52-1 of business, and the change to the spare optical transmission line 52-2 can respond to coincidence by the signal selection circuitries 11 and 24, the optical switch 15-1 to 15-4, and actuation of 26-1 to 26-4.

[0041] (Example of a change over optical transmission line failure) Drawing 8 shows the example of a change of the wavelength multiplexing transmitting means 10 against optical transmission line failure. Here, the configuration of the wavelength multiplexing transmitting means 10 is the same as that of drawing 5 (2nd operation gestalt). Moreover, although not illustrated, the configuration of the wavelength multiplexing receiving means 20 is the same as that of drawing 6 (2nd operation gestalt).

[0042] drawing -- setting -- input signals S1, S2, and S3 -- the signal selection circuitry 11 -- minded -- the optical transmitter 12-1 - 12- it is inputted into 3 or 13. It connects with the predetermined input port of AWG17, and the output of each optical transmitter is sent out to an optical transmission line 52-1 or an optical transmission line 52-2 from the predetermined output port of AWG17.

[0043] AWG17 is an optical multiplexing machine with the wavelength dependency it is decided according to input port and input wavelength that an output port will be. Here, when the

lightwave signal of wavelength lambda1, lambda2, lambda3, and lambda4 is inputted into four input port, the wavelength multiplexing lightwave signal which multiplexed them shall be outputted to the output port connected to an optical transmission line 52-1. Moreover, when the lightwave signal of wavelength lambda4, lambda1, lambda2, and lambda3 is inputted into four input port, the wavelength multiplexing lightwave signal which multiplexed them shall be outputted to the output port connected to an optical transmission line 52-2.

[0044] At a normal state, it is drawing 8 (a). The signal selection circuitry 11 connects input signals S1, S2, and S3 to the optical transmitter 12-1 to 12-3, carries out wavelength multiplexing of the lightwave signal of the wavelength lambda1, lambda2, and lambda3 outputted from each optical transmitter by AWG17, and sends it out to an optical transmission line 52-1 so that it may be shown.

[0045] By the case where an optical transmission line 52-1 breaks down, it is drawing 8 (b). If the wavelength of the optical transmitter 12-1 to 12-3 is changed to lambda4, lambda1, and lambda2 so that it may be shown, wavelength multiplexing of the lightwave signal outputted from each optical transmitter will be carried out by AWG17, and it will be sent out to an optical transmission line 52-2.

[0046] Moreover, drawing 8 (c) Supposing there is no modification while the wavelength of the optical transmitter 12-1 to 12-3 has been lambda1, lambda2, and lambda3 so that it may be shown, it will change so that the lightwave signal outputted from the optical transmitter 12-1 to 12-3 through the signal selection circuitry 18 may be connected to the 2nd, 3rd, and 4th input port of AWG17. Thereby, the lightwave signal which carried out wavelength multiplexing by AWG17 can be sent out to an optical transmission line 52-2.

[0047] In addition, mutually-independent [ of the correspondence to failure of drawing 5 and the optical transmitter-receiver shown in 6 and the correspondence to failure of the optical transmission line shown in drawing 8 ] is carried out, and it is also possible to combine both. namely, -- present -- the optical transmitter 12-2 of business -- or -- present -- the optical receiver 22-2 of business -- breaking down -- the change to the optical transmitter 13 or the optical receiver 23 -- present -- the optical transmission line 52-1 of business -- breaking down -- the change to the spare optical transmission line 52-2 -- the optical transmitter 12-1 - 12- it can respond to coincidence by actuation of the wavelength of 3 and 13, or the signal selection circuitries 11, 18, and 24.

[0048] (Application to optical branching insertion node equipment) By combining the wavelength multiplexing transmitting means 10 and the wavelength multiplexing receiving means 20 of a wavelength asynchronous transfer mode device of this invention, the optical branching insertion node equipment (henceforth a "node") shown in drawing 9 can be constituted.

[0049] Drawing 9 (a) It sets, the wavelength multiplexing lightwave signal inputted from the optical transmission line 52 is separated spectrally into each wavelength with the wavelength separation means 21 of the wavelength multiplexing receiving means 20, some of the lightwave signals are inputted into the wavelength multiplexing means 14 of the wavelength multiplexing transmitting means 10 as they are, and it sends out to the optical transmission line 52 of the next step. Here, the wavelength separation means 21 is the optical separator 25 shown in drawing 3 and an optical switch 26, or AWG27 shown in drawing 6 . The wavelength multiplexing means 14 is the optical switch 15 shown in drawing 2 and the optical coupler 16, or AWG17 shown in drawing 5 . Such a node 41 is drawing 9 (b). It connects with concatenation through an optical transmission line 52 so that it may be shown, and the wavelength multiplex transmission system

which can perform branching and insertion of the lightwave signal of predetermined wavelength for every node is constituted.

[0050] (Directions of wavelength lambdaa outputted from the optical transmitter 13 of a reserve system) In drawing 2 and 7, the lightwave signal (extra traffic, dummy signal) of wavelength lambdaa is outputted from the optical transmitter 13 of a reserve system, it connects with the optical coupler 16-1 through an optical switch 15-4, and wavelength multiplexing is carried out to the wavelength multiplexing lightwave signal sent out to an optical transmission line 52-1. Thus, termination of the lightwave signal of wavelength lambdaa sent out to the optical transmission line 52-1 is carried out with the optical receiver 23 of the wavelength multiplexing receiving means 20 shown in drawing 3 .

[0051] Moreover, in drawing 5 and 8, the lightwave signal (extra traffic, dummy signal) of wavelength lambda 4 is outputted from the optical transmitter 13 of a reserve system, it inputs into the predetermined input port of AWG17, and wavelength multiplexing is carried out to the wavelength multiplexing lightwave signal sent out to an optical transmission line 52-1. Thus, termination of the lightwave signal of the wavelength lambda 4 sent out to the optical transmission line 52-1 is carried out with the optical receiver 23 of the wavelength multiplexing receiving means 20 shown in drawing 6 .

[0052] Drawing 10 shows the example of the wavelength multiplex transmission structure of a system which connected three nodes in the shape of a ring. It is transmitted to a node 41-2 through the junction optical amplifier 42-1 using the lightwave signal of wavelength lambda 3 from a node 41-1. It is transmitted to a node 41-1 through the junction optical amplifier 42-2 and a node 41-3 using the lightwave signal of wavelength lambda 3 from a node 41-2. At this time, the lightwave signal of wavelength lambda 3 is passed as it is by the node 41-3.

[0053] It is transmitted to a node 41-3 through the junction optical amplifier 42-2 using the lightwave signal of wavelength lambda 1 from a node 41-2. It is transmitted to a node 41-2 through a node 41-1 and the junction optical amplifier 42-1 using the lightwave signal of wavelength lambda 1 from a node 41-3. At this time, the lightwave signal of wavelength lambda 1 is passed as it is by the node 41-1.

[0054] It is transmitted to a node 41-1 using the lightwave signal of wavelength lambda 2 from a node 41-3. It is transmitted to a node 41-3 through the junction optical amplifier 42-1, a node 41-2, and the junction optical amplifier 42-2 using the lightwave signal of wavelength lambda 2 from a node 41-1. At this time, the lightwave signal of wavelength lambda 2 is passed as it is by the node 41-2.

[0055] Here, between each node, lambdaa is prepared as reserve wavelength. As mentioned above, it is transmitted from each node and termination of this lightwave signal is carried out by the following node. Therefore, the junction optical amplifier 42-1, the gain control of 42-2, an output light level control, or its both can be performed using the lightwave signal of this wavelength lambdaa. That is, in each junction optical amplifier, since what is necessary is just to carry out the monitor of the one wavelength, gain control etc. can be performed in a comparatively easy circuit.

[0056] In addition, in failure occurring in the optical transmitter-receiver of the lightwave signal of the wavelength lambda 2 transmitted to a node 41-3 from a node 41-1 and changing to the lightwave signal of wavelength lambdaa, the lightwave signal of wavelength lambdaa which controlled so that the lightwave signal of wavelength lambdaa passed by the node 41-2, or once carried out termination is again turned to a node 41-3, and it makes it transmit in the wavelength multiplex transmission system shown in drawing 10 .

[0057]

[Effect of the Invention] As explained above, the wavelength asynchronous transfer mode device of this invention can realize a reserve system [ as opposed to equipment failure and optical transmission line failure for the reserve of the optical receiver which constitutes the optical transmitter and the wavelength multiplexing receiving means of constituting a wavelength multiplexing transmitting means ] by necessary minimum preparation \*\*\*\*\*. Thereby, the cost reduction for a doubleness configuration becomes possible.

[0058] Furthermore, in the wavelength multiplex transmission system of this invention, the various control between wavelength asynchronous transfer mode devices is realizable using the lightwave signal of a reserve system.

---

[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11068656 A

(43) Date of publication of application: 09.03.99

(51) Int. Cl      **H04B 10/02**  
**H04B 1/74**  
**H04J 14/00**  
**H04J 14/02**

(21) Application number: 09217678

(71) Applicant: NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22) Date of filing: 12.08.97

(72) Inventor: SHIMANO KATSUHIRO  
NORIMATSU SEIJI  
NOGUCHI KAZUHIRO

## (54) DEVICE AND SYSTEM FOR MULTIPLEX WAVELENGTH TRANSMISSION

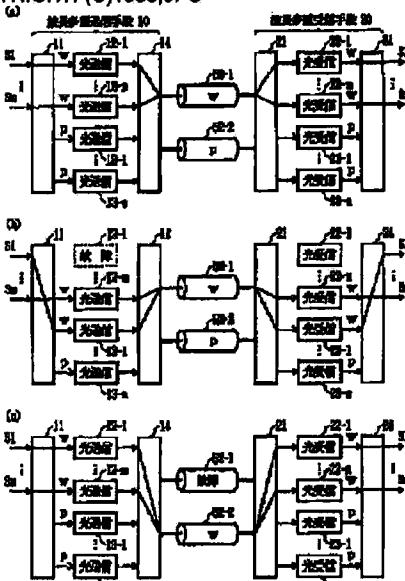
## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain cost down for duplex configuration by irreducibly minimizing the spares of optical receivers.

SOLUTION: When any fault occurs at an optical transmitter 12-1 of an active system, a signal selector circuit 11 of a multiplex wavelength transmitting means 10 switches a signal S1 from the optical transmitter 12-1 to 13-1, and a multiplex wavelength multiplexing means 13 sends the optical signals of optical transmitters 12-2 to 12-m and 13-1 to an optical transmission line 52-1 while multiplexing their wavelengths. At a multiplex wavelength receiving means 20, the signal is received by an optical receiver 22-1 or a reserve system optical receiver 23-1 with the wavelength from the spare system optical transmitter 13-1 and outputs it through a signal selector circuit 24. Besides, when any fault occurs at an active system optical transmission line 52-1, the wavelength multiplexing means 14 of the multiplex wavelength transmitting means 10 sends optical signals outputted from the optical transmitters 12-1 to 12-m to an optical transmission line 52-2 while multiplexing their wavelengths, and a wavelength demultiplexing means 21 of the multiplex wavelength receiving means 20 connects the wavelength multiplexed optical signal inputted to the optical transmission line 52-2 to optical receivers

22-1 to 22-m while demultiplexing the respective wavelengths. Thus, the spare optical transmitter/receiver systems are provided for (n) channels in the transmission of wavelength multiplexed for (m) channels, device and transmission line faults are dealt with.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-68656

(43)公開日 平成11年(1999)3月9日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 H 04 B 10/02  
 1/74  
 H 04 J 14/00  
 14/02

識別記号

F I  
 H 04 B 9/00  
 1/74  
 9/00

H  
 E

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全11頁)

(21)出願番号 特願平9-217678

(22)出願日 平成9年(1997)8月12日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 島野 勝弘

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 乗松 誠司

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72)発明者 野口 一博

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 古谷 史旺

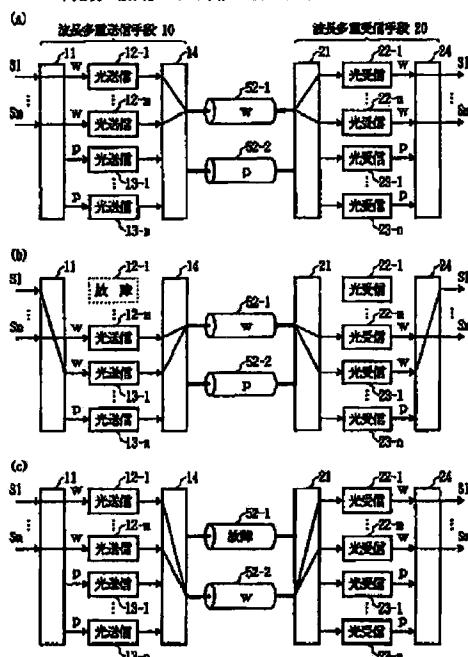
(54)【発明の名称】 波長多重伝送装置および波長多重伝送システム

## (57)【要約】

【課題】 最小限の機器で予備系を構成し、二重化構成のためのコストを低減する。

【解決手段】 波長多重送信手段は、 $m$ 個 ( $m$ は2以上の整数) の入力信号  $S_1$  ~  $S_m$  に対して、 $(m+n)$  個 ( $n$ は1以上  $m$ 以下の整数) の出力方路を選択可能な信号選択回路と、光源波長が互いに異なる  $m$  個の光送信器および  $n$  個の光送信器と、各波長の光信号を波長多重して光伝送路に送出する波長多重手段により構成する。波長多重受信手段は、光伝送路から入力される波長多重光信号を各波長に分波する波長分離手段と、各波長の光信号を受信する  $m$  個の光受信器および  $n$  個の光受信器と、 $(m+n)$  個の入力信号に対して  $m$  個の出力方路を選択可能な信号選択回路により構成する。

本発明の波長多重伝送装置の基本構成および切替例



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 現用光伝送路または予備光伝送路を介して、波長多重光信号を送受信する波長多重送信手段および波長多重受信手段を備えた波長多重伝送装置において、

前記波長多重送信手段は、

$m$ 個 ( $m$ は2以上の整数) の入力信号に対して ( $m+n$ ) 個 ( $n$ は1以上 $m$ 以下の整数) の出力方路を選択可能な信号選択回路と、

前記信号選択回路の各出力端子に接続され、その出力信号に応じて互いに異なる波長の光信号を出力する $m$ 個の現用光送信器および $n$ 個の予備光送信器と、前記現用光送信器および前記予備光送信器から出力される光信号を波長多重し、前記現用光伝送路または前記予備光伝送路に出力する波長多重手段とを備えたことを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項2】 請求項1に記載の波長多重伝送装置において、

信号選択回路は、通常時に $m$ 個の入力信号を $m$ 個の現用光送信器に接続し、前記 $m$ 個の現用光送信器のうち $i$ 個 ( $i$ は1以上 $n$ 以下の整数) を予備光送信器に切り替えるときに、その現用光送信器に接続していた入力信号を $i$ 個の予備光送信器に切り替える構成であることを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項3】 請求項1に記載の波長多重伝送装置において、

波長多重手段は、通常時に現用光送信器から出力される光信号を波長多重して光伝送路に出力し、現用光送信器の一部に代えて予備光送信器を用いたときに、対応する現用光送信器および予備光送信器から出力される光信号を波長多重して光伝送路に出力する構成であることを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項4】 請求項3に記載の波長多重伝送装置において、

波長多重手段は、入力ポートと入力波長に応じて出力ポートが決まる波長依存性を有し、

現用光送信器の一部に代えて予備光送信器を用いたときに、その予備光送信器から出力された光信号が接続される前記波長多重手段の入力ポートを切り替える信号選択回路を備えたことを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項5】 現用光伝送路または予備光伝送路を介して、波長多重光信号を送受信する波長多重送信手段および波長多重受信手段を備えた波長多重伝送装置において、

前記波長多重受信手段は、

前記現用光伝送路または前記予備光伝送路から入力される波長多重光信号を各波長の光信号に分離する波長分離手段と、

前記波長分離手段の各出力端子に接続され、各出力端子に対応する各波長の光信号を受信する $m$ 個 ( $m$ は2以上

の整数) の現用光受信器および $n$ 個 ( $n$ は1以上 $m$ 以下の整数) の予備光受信器と、前記 $m$ 個の現用光受信器および前記 $n$ 個の予備光受信器から出力される ( $m+n$ ) 個の入力信号に対して $m$ 個の出力方路を選択可能な信号選択回路とを備えたことを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項6】 請求項5に記載の波長多重伝送装置において、

信号選択回路は、通常時に $m$ 個の現用光受信器の出力信号を出力し、前記 $m$ 個の現用光受信器のうち $i$ 個 ( $i$ は1以上 $n$ 以下の整数) を予備光受信器に切り替えるときに、その現用光受信器の出力信号を予備光受信器の出力信号に切り替えて出力する構成であることを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項7】 請求項5に記載の波長多重伝送装置において、

波長分離手段は、通常時に現用光伝送路からの波長多重光信号を各波長に分波して現用光受信器に入力し、現用光送信器の一部に代えて予備光送信器を用いたときに、または現用光受信器の一部に代えて予備光受信器を用いたときに、現用光伝送路から入力される波長多重光信号を各波長に分波し、それぞれ対応する現用光受信器および予備光受信器に入力する構成であることを特徴とする波長多重伝送装置。

【請求項8】 光伝送路から入力される波長多重光信号を受信する請求項5に記載の波長多重受信手段と、光伝送路に出力する波長多重光信号を送信する請求項1に記載の波長多重送信手段とを備えた複数の波長多重伝送装置と、各波長多重伝送装置間に配置される1以上の中継光増幅器とを継続に接続した波長多重伝送システムにおいて、

各波長多重伝送装置間で予備光送信器から予備光受信器に伝送される光信号の波長 (予備波長) を同一とする構成であることを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項9】 請求項8に記載の波長多重伝送システムにおいて、

各波長多重伝送装置間で予備波長の光信号をモニタし、中継光増幅器の利得制御または出力光レベル制御またはその両方の制御に供する構成であることを特徴とする波長多重伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、現用系と予備系を備えた波長多重伝送装置およびそれを継続に接続した波長多重伝送システムに関する。特に、波長多重光信号を送受信する装置の故障、または波長多重光信号を伝送する光伝送路の故障に対して、現用系から予備系への切り替えにより故障復旧を行うための構成に関する。

【0002】

【従来の技術】 図11は、現用系と予備系を備えた従来

の波長多重伝送装置の構成例を示す。図において、波長多重送信手段51-1, 51-2、光伝送路52-1, 52-2、波長多重受信手段53-1, 53-2は、それぞれ現用系および予備系として独立に配置される。波長多重送信手段51-1, 51-2は、光源波長が互いに異なるn個の光送信器54と、各波長の光信号を波長多重して光伝送路52-1, 52-2に送出する光合波器55により構成される。波長多重受信手段53-1, 53-2は、光伝送路52-1, 52-2から入力される波長多重光信号を各波長に分波する光分波器56と、各波長の光信号を受信するn個の光受信器57により構成される。ここで、現用系のチャネルをw、予備系のチャネルをpで示す。

#### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の波長多重伝送装置では、装置故障または光伝送路故障に対して、現用系から予備系に切り替えることにより故障復旧させる構成になっている。このときの問題点について、図12を参照して説明する。ここでは、2チャネル多重構成について示す。

【0004】図12(a)に示すように、現用系の波長多重送信手段51-1の1チャネルが故障したときに、図12(c)に示すようにその1チャネルのみを予備系の波長多重送信手段51-2に切り替えると、両方の光伝送路52-1, 52-2が現用系となってしまう。このような状況は、システムの保守・運用上混乱の原因となり好ましくない。それを避けるためには、1チャネルの故障の場合でも、図12(d)に示すように全チャネルを一括して予備系に切り替え、片系のみで運用するようにする。また、図12(b)に示すように、現用系の光伝送路52-1が故障した場合には、図12(d)に示すように全チャネルを一括して予備系に切り替える。

【0005】このように、従来の波長多重伝送装置は、波長多重送信手段、光伝送路、波長多重受信手段のすべてについて、現用系の他に予備系を備えた構成になっている。そのため、特に光送信器および光受信器がチャネル数の2倍必要となり、波長多重伝送装置のコスト上昇の要因になっていた。

【0006】本発明は、最小限の機器で予備系を構成し、二重化構成のためのコストを低減することができる波長多重伝送装置および波長多重伝送システムを提供することを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の波長多重伝送装置の基本構成および切替例を示す。図において、波長多重送信手段10は、m個(mは2以上の整数)の入力信号S1～Smに対して、(m+n)個(nは1以上m以下の整数)の出力方路を選択可能な信号選択回路11と、光源波長が互いに異なるm個の光送信器12-1～12-mおよびn個の光送信器13-1～1

10 3-nと、各波長の光信号を波長多重して光伝送路52-1または光伝送路52-2に送出する波長多重手段14により構成される。波長多重受信手段20は、光伝送路52-1または光伝送路52-2から入力される波長多重光信号を各波長に分波する波長分離手段21と、各波長の光信号を受信するm個の光受信器22-1～22-mおよびn個の光受信器23-1～23-nと、(m+n)個の入力信号に対してm個の出力方路を選択可能な信号選択回路24により構成される。ここで、現用系のチャネルをw、予備系のチャネルをpで示す。

【0008】図1(a)は、光送信器12-1～12-m、光伝送路52-1、光受信器22-1～22-mを現用系とし、光送信器13-1～13-n、光伝送路52-2、光受信器23-1～23-nを予備系として運用する通常状態を示す。すなわち、波長多重送信手段10の信号選択回路11はm個の入力信号S1～Smを光送信器12-1～12-mに接続し、波長多重手段14は光送信器12-1～12-mから出力される光信号を波長多重して光伝送路52-1に送出する。波長多重受信手段20の波長分離手段21は、光伝送路52-1から入力される波長多重光信号を各波長に分離して光受信器22-1～22-mに接続し、その受信信号が信号選択回路24を介して出力される。

【0009】図1(b)は、現用系の光送信器12-1が故障し、予備系の光送信器13-1に切り替えて運用する状態を示す。すなわち、波長多重送信手段10の信号選択回路11は、光送信器12-1に接続していた入力信号S1を光送信器13-1に切り替え、波長多重手段14は光送信器12-2～12-m, 13-1から出力される光信号を波長多重して光伝送路52-1に送出する。このとき、予備系の光送信器13-1から送信される光信号の波長は、故障した光送信器12-1と同一波長または他の波長に設定される。

【0010】波長多重受信手段20では、予備系の光送信器13-1から送信される光信号の波長に応じて、光受信器22-1で受信するか、または図に示すように予備系の光受信器23-1で受信し、信号選択回路24を介して出力する。

【0011】また、現用系の光受信器22-1が故障した場合も同様である。この場合には、波長多重受信手段20の波長分離手段21で光受信器22-1に受信される光信号を予備系の光受信器23-1に切り替えるてもよいし、波長多重送信手段10でその光信号の波長を切り替えることにより予備系の光受信器23-1に受信されるようにしてよい。

【0012】図1(c)は、現用系の光伝送路52-1が故障し、予備系の光伝送路52-2に切り替えて運用する状態を示す。すなわち、波長多重送信手段10の波長多重手段14は光送信器12-1～12-mから出力される光信号を波長多重して光伝送路52-2に送出す

る。波長多重受信手段20の波長分離手段21は、光伝送路52-2から入力される波長多重光信号を各波長に分離して光受信器22-1～22-mに接続する。

【0013】このように、本発明の波長多重伝送装置では、mチャネルの波長多重伝送において、光送信器および光受信器の予備系をnチャネル分備え、装置故障と光伝送路故障の両方に対応できるようにしたものである。このnの値は、故障発生状況と復旧要求に応じて1からmの範囲で決められる。すなわち、現用系と予備系を必ずしも同一数用意する必要はなく、最小限の構成で予備系を構成することができる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

(波長多重送信手段10の第1の実施形態) 図2は、波長多重送信手段10の第1の実施形態と、光送信器故障に対する切替例を示す。ここでは、図1の基本構成におけるm=3、n=1の場合について示す。

【0015】図において、入力信号S1、S2、S3は、信号選択回路11を介して光送信器12-1～12-3、13のいずれかに入力される。各光送信器の出力は、光スイッチ15-1～15-4を介して光カプラ16-1または光カプラ16-2に接続され、光伝送路52-1または光伝送路52-2に送出される。

【0016】通常状態では、図2(a)に示すように、信号選択回路11は入力信号S1、S2、S3を光送信器12-1～12-3に接続し、各光送信器から出力される波長λ1、λ2、λ3の光信号を光スイッチ15-1～15-3を介して光カプラ16-1に接続し、波長多重して光伝送路52-1に送出する。

【0017】光送信器12-2が故障した場合では、図2(b)に示すように、信号選択回路11は入力信号S2を光送信器13に接続し、各光送信器から出力される波長λ1、λ3、λaの光信号を光スイッチ15-1～15-4を介して光カプラ16-1に接続し、波長多重して光伝送路52-1に送出する。本構成では、光スイッチ15および光カプラ16は波長依存性がないので、光送信器13の波長λaは任意である。なお、光カプラ16に代えて波長依存性のある光合波器を用いる場合には、波長λaはその光合波器に合わせた波長に選ぶ必要がある。

【0018】(波長多重受信手段20の第1の実施形態) 図3は、波長多重受信手段20の第1の実施形態と、波長多重送信手段10の光送信器故障に対する切替例を示す(m=3、n=1)。

【0019】図において、光伝送路52-1または光伝送路52-2から入力される波長多重光信号は、光分波器25-1、25-2で各波長の光信号に分波され、それぞれの一方の光信号が光スイッチ26-1～26-4を介して光受信器22-1～22-3、23に入力される。各光受信器の出力は、信号選択回路24を介して出

力される。なお、光分波器25としては、誘電体多層膜光フィルタ、後述するアレイ導波路回折格子(AWG)、ファイバグレーティングと光サーチュレータなどを用いることができる。

【0020】図3(a)は、波長多重送信手段10が通常状態の場合(図2(a))に対応する波長多重受信手段20の接続状態を示す。すなわち、光伝送路52-1から入力される波長多重光信号を光分波器25-1で各波長の光信号に分波し、波長λ1～λ3の光信号を光スイッチ26-1～26-3を介して光受信器22-1～22-3に入力する。信号選択回路24は、光受信器22-1～22-3の出力信号を出力する。

【0021】図3(b)は、波長多重送信手段10の光送信器12-2が故障した場合(図2(b))に対応する波長多重受信手段20の接続状態を示す。すなわち、光伝送路52-1から入力される波長多重光信号を光分波器25-1で各波長の光信号に分波し、波長λ1、λ3、λaの光信号を光スイッチ26-1、26-3、26-4を介して光受信器22-1、22-3、23に入力する。信号選択回路24は、光受信器22-1、23、22-3の出力信号を出力する。なお、光送信器13から送信される光信号の波長λaがλ2であれば、図3(a)に示す波長多重受信手段20の構成でもよい。

【0022】(波長多重受信手段20の光受信器故障に対する切替例) 波長多重受信手段20の光受信器22-2が故障した場合には、次のようになる。図3(b)の構成において、光分波器25-1から光受信器22-2に分波する波長λ2の光信号を予備の光受信器23に送出する。これを可能にする光分波器の構成は、図4(a)に示すように、光スプリッタ31と光フィルタ32-1～32-3と透過波長可変光フィルタ33で構成し、透過波長可変光フィルタ33の透過波長がλ2になるように調整する。または、図4(b)に示すように、光スプリッタ31と透過波長可変光フィルタ33-1～33-4で構成し、透過波長可変光フィルタ33-4の透過波長がλ2になるように調整する。

【0023】または、波長多重送信手段10の光送信器12-2が故障した場合と同様に、光送信器13から波長λaの光信号を送信させ、その光信号を光受信器23に受信させるようにしてもよい。

【0024】(波長多重送信手段10の第2の実施形態) 図5は、波長多重送信手段10の第2の実施形態と、光送信器故障に対する切替例を示す。ここでは、図1の基本構成におけるm=3、n=1の場合について示す。

【0025】図において、入力信号S1、S2、S3は、信号選択回路11を介して光送信器12-1～12-3、13のいずれかに入力される。各光送信器の出力は、アレイ導波路回折格子(以下「AWG」という)17の所定の入力ポートに接続され、AWG17の所定の

出力ポートから光伝送路52-1または光伝送路52-2に送出される。

【0026】AWG17は、入力ポートと入力波長に応じて出力ポートが決まる波長依存性のある光合波器である。ここでは、4つの入力ポートに波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ の光信号が入力されたときに、それらを合波した波長多重光信号が光伝送路52-1に接続される出力ポートに出力されるものとする。

【0027】通常状態では、図5(a)に示すように、信号選択回路11は入力信号S1, S2, S3を光送信器12-1～12-3に接続し、各光送信器から出力される波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ の光信号をAWG17で波長多重して光伝送路52-1に送出する。

【0028】光送信器12-2が故障した場合では、図5(b)に示すように、信号選択回路11は入力信号S2を光送信器13に接続し、各光送信器から出力される波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ の光信号をAWG17で波長多重して光伝送路52-1に送出する。本構成では、光送信器13の波長は $\lambda_4$ に限定される。

【0029】また、図5(c)に示すように、光送信器13が故障した光送信器12-2と同じ波長 $\lambda_2$ の光信号を出力するものとすると、信号選択回路18を介して光送信器13から出力された波長 $\lambda_2$ の光信号がAWG17の第2の入力ポートに接続されるように切り替える。これにより、波長 $\lambda_2$ の光信号が光送信器12-2から出力された状態と同様になり、AWG17から光伝送路52-1に送出される。

【0030】(波長多重受信手段20の第2の実施形態)図6は、波長多重受信手段20の第2の実施形態と、波長多重送信手段10の光送信器故障に対する切替例を示す(m=3, n=1)。

【0031】図において、光伝送路52-1または光伝送路52-2から入力される波長多重光信号は、AWG27の所定の入力ポートに入力され、各波長の光信号に分波してそれぞれ所定の出力ポートから光受信器22-1～22-3, 23に入力される。各光受信器の出力は、信号選択回路24を介して出力される。このAWG27は、波長多重送信手段10に用いたAWG17の入出力ポートを入れ替えることにより、波長依存性のある光分波器として機能させたものである。

【0032】図6(a)は、波長多重送信手段10が通常状態の場合(図5(a))に対応する波長多重受信手段20の接続状態を示す。すなわち、光伝送路52-1から入力される波長多重光信号をAWG27で各波長の光信号に分波し、波長 $\lambda_1$ ～ $\lambda_3$ の光信号を光受信器22-1～22-3に入力する。信号選択回路24は、光受信器22-1～22-3の出力信号を出力する。

【0033】図6(b)は、波長多重送信手段10の光送信器12-2が故障した場合(図5(b))に対応する波長多重受信手段20の接続状態を示す。すなわち、光伝

路52-1から入力される波長多重光信号をAWG27で各波長の光信号に分波し、波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ の光信号を光受信器22-1, 22-3, 23に入力する。信号選択回路24は、光受信器22-1, 23, 22-3の出力信号を出力する。なお、図5(c)に示すように光送信器12-2が故障し、光送信器13から波長 $\lambda_2$ の光信号が送信される場合には、図6(a)の構成で対応することができる。

【0034】(波長多重受信手段20の光受信器故障に対する切替例)波長多重受信手段20の光受信器22-2が故障した場合には、次のようになる。図6(b)の構成において、波長多重送信手段10の光送信器12-2が故障し、光送信器13から波長 $\lambda_4$ の光信号が送信される場合と同様に、光送信器13から波長 $\lambda_4$ の光信号を送信させ、その光信号を光受信器23に受信させるようする。信号選択回路24は、光受信器22-1, 23, 22-3の出力信号を出力する。

【0035】以上示した波長多重送信手段10および波長多重受信手段20の各実施形態の構成において、図2に示す波長多重送信手段10と図6に示す波長多重受信手段20との組み合わせ、あるいは図5に示す波長多重送信手段10と図3に示す波長多重受信手段20との組み合わせでもよい。

【0036】(光伝送路故障に対する切替例)図7は、光伝送路故障に対する波長多重送信手段10の切替例を示す。ここでは、波長多重送信手段10の構成は図2(第1の実施形態)と同様である。また、図示しないが、波長多重受信手段20の構成は図3(第1の実施形態)と同様である。

【0037】図において、入力信号S1, S2, S3は、信号選択回路11を介して光送信器12-1～12-3, 13のいずれかに入力される。各光送信器の出力は、光スイッチ15-1～15-4を介して光カプラ16-1または光カプラ16-2に接続され、光伝送路52-1または光伝送路52-2に送出される。

【0038】通常状態では、図7(a)に示すように、信号選択回路11は入力信号S1, S2, S3を光送信器12-1～12-3に接続し、各光送信器から出力される波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ の光信号を光スイッチ15-1～15-3を介して光カプラ16-1に接続し、波長多重して光伝送路52-1に送出する。

【0039】光伝送路52-1が故障した場合では、図7(b)に示すように、光スイッチ15-1～15-3が光送信器12-1～12-3から出力される波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ の光信号を光カプラ16-2に接続し、波長多重して光伝送路52-2に送出する。

【0040】なお、図2, 3に示す光送受信器の故障への対応と、図7に示す光伝送路の故障への対応は互いに独立しており、両者を組み合わせることも可能である。すなわち、現用の光送信器12-2または現用の光受信

器 22-2 が故障し、光送信器 13 または光受信器 23 への切り替えと、現用の光伝送路 52-1 が故障して予備の光伝送路 52-2 への切り替えは、信号選択回路 1, 24 と光スイッチ 15-1~15-4, 26-1~26-4 の操作により同時にに対応することができる。

【0041】(光伝送路故障に対する切替例) 図 8 は、光伝送路故障に対する波長多重送信手段 10 の切替例を示す。ここでは、波長多重送信手段 10 の構成は図 5 (第 2 の実施形態) と同様である。また、図示しないが、波長多重受信手段 20 の構成は図 6 (第 2 の実施形態) と同様である。

【0042】図において、入力信号 S1, S2, S3 は、信号選択回路 11 を介して光送信器 12-1~12-3, 13 のいずれかに入力される。各光送信器の出力は、AWG 17 の所定の入力ポートに接続され、AWG 17 の所定の出力ポートから光伝送路 52-1 または光伝送路 52-2 に送出される。

【0043】AWG 17 は、入力ポートと入力波長に応じて出力ポートが決まる波長依存性のある光合波器である。ここでは、4 つの入力ポートに波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  の光信号が入力されたときに、それらを合波した波長多重光信号が光伝送路 52-1 に接続される出力ポートに出力されるものとする。また、4 つの入力ポートに波長  $\lambda_4, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  の光信号が入力されたときに、それらを合波した波長多重光信号が光伝送路 52-2 に接続される出力ポートに出力されるものとする。

【0044】通常状態では、図 8(a) に示すように、信号選択回路 11 は入力信号 S1, S2, S3 を光送信器 12-1~12-3 に接続し、各光送信器から出力される波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  の光信号を AWG 17 で波長多重して光伝送路 52-1 に送出する。

【0045】光伝送路 52-1 が故障した場合では、図 8(b) に示すように、光送信器 12-1~12-3 の波長を  $\lambda_4, \lambda_1, \lambda_2$  に切り替えると、各光送信器から出力される光信号は AWG 17 で波長多重して光伝送路 52-2 に送出される。

【0046】また、図 8(c) に示すように、光送信器 12-1~12-3 の波長が  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  のままで変更がないとすると、信号選択回路 18 を介して光送信器 12-1~12-3 から出力された光信号を AWG 17 の第 2, 第 3, 第 4 の入力ポートに接続されるように切り替える。これにより、AWG 17 で波長多重した光信号を光伝送路 52-2 に送出することができる。

【0047】なお、図 5, 6 に示す光送受信器の故障への対応と、図 8 に示す光伝送路の故障への対応は互いに独立しており、両者を組み合わせることも可能である。すなわち、現用の光送信器 12-2 または現用の光受信器 22-2 が故障し、光送信器 13 または光受信器 23 への切り替えと、現用の光伝送路 52-1 が故障して予

備の光伝送路 52-2 への切り替えは、光送信器 12-1~12-3, 13 の波長または信号選択回路 11, 18, 24 の操作により同時にに対応することができる。

【0048】(光分岐挿入ノード装置への応用例) 本発明の波長多重伝送装置の波長多重送信手段 10 と波長多重受信手段 20 を組み合わせることにより、図 9 に示す光分岐挿入ノード装置 (以下「ノード」という) を構成することができる。

【0049】図 9(a) において、光伝送路 52 から入力された波長多重光信号を波長多重受信手段 20 の波長分離手段 21 で各波長に分波し、その一部の光信号をそのまま波長多重送信手段 10 の波長多重手段 14 に入力し、次段の光伝送路 52 に送出する。ここで、波長分離手段 21 は、図 3 に示す光分波器 25 および光スイッチ 26、または図 6 に示す AWG 27 である。波長多重手段 14 は、図 2 に示す光スイッチ 15 および光カプラ 16、または図 5 に示す AWG 17 である。このようなノード 41 は、図 9(b) に示すように光伝送路 52 を介して縦縦に接続され、ノードごとに所定の波長の光信号の分岐・挿入ができる波長多重伝送システムが構成される。

【0050】(予備系の光送信器 13 から出力される波長  $\lambda_a$  の利用法) 図 2, 7 において、予備系の光送信器 13 から波長  $\lambda_a$  の光信号 (エキストラトラヒック、ダミー信号) を出力し、光スイッチ 15-4 を介して光カプラ 16-1 に接続し、光伝送路 52-1 に送出される波長多重光信号に波長多重する。このようにして光伝送路 52-1 に送出された波長  $\lambda_a$  の光信号は、図 3 に示す波長多重受信手段 20 の光受信器 23 で終端される。

【0051】また、図 5, 8 において、予備系の光送信器 13 から波長  $\lambda_4$  の光信号 (エキストラトラヒック、ダミー信号) を出力し、AWG 17 の所定の入力ポートに入力し、光伝送路 52-1 に送出される波長多重光信号に波長多重する。このようにして光伝送路 52-1 に送出された波長  $\lambda_4$  の光信号は、図 6 に示す波長多重受信手段 20 の光受信器 23 で終端される。

【0052】図 10 は、3 つのノードをリング状に接続した波長多重伝送システムの構成例を示す。ノード 41-1 からノード 41-2 へは、波長  $\lambda_3$  の光信号を用い、中継光増幅器 42-1 を介して伝送される。ノード 41-2 からノード 41-1 へは、波長  $\lambda_3$  の光信号を用い、中継光増幅器 42-2 およびノード 41-3 を介して伝送される。このとき、ノード 41-3 では、波長  $\lambda_3$  の光信号をそのまま通過させる。

【0053】ノード 41-2 からノード 41-3 へは、波長  $\lambda_1$  の光信号を用い、中継光増幅器 42-2 を介して伝送される。ノード 41-3 からノード 41-2 へは、波長  $\lambda_1$  の光信号を用い、ノード 41-1 および中継光増幅器 42-1 を介して伝送される。このとき、ノード 41-1 では、波長  $\lambda_1$  の光信号をそのまま通過さ

せる。

【0054】ノード41-3からノード41-1へは、波長 $\lambda_2$ の光信号を用いて伝送される。ノード41-1からノード41-3へは、波長 $\lambda_2$ の光信号を用い、中継光増幅器42-1、ノード41-2および中継光増幅器42-2を介して伝送される。このとき、ノード41-2では、波長 $\lambda_2$ の光信号をそのまま通過させる。

【0055】ここで、各ノード間には、予備波長として $\lambda_a$ が用意されている。この光信号は、上述したように各ノードから送信されて次のノードで終端される。したがって、この波長 $\lambda_a$ の光信号を用いて、中継光増幅器42-1、42-2の利得制御または出力光レベル制御またはその両方を行うことができる。すなわち、各中継光増幅器では、1つの波長をモニタするだけでよいので、比較的簡単な回路で利得制御等を行うことができる。

【0056】なお、図10に示す波長多重伝送システムにおいて、例えばノード41-1からノード41-3へ伝送される波長 $\lambda_2$ の光信号の光送受信器に故障が発生し、波長 $\lambda_a$ の光信号に切り替える場合には、ノード41-2で波長 $\lambda_a$ の光信号が通過するように制御するか、一旦終端した波長 $\lambda_a$ の光信号を再度ノード41-3に向けて送信するようにする。

【0057】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の波長多重伝送装置は、波長多重送信手段を構成する光送信器および波長多重受信手段を構成する光受信器の予備を必要最小限備えることにより、装置故障および光伝送路故障に対する予備系を実現することができる。これにより、二重化構成のためのコスト低減が可能になる。

【0058】さらに、本発明の波長多重伝送システムでは、予備系の光信号を用いて波長多重伝送装置間の各種制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の波長多重伝送装置の基本構成および切替例を示す図。

【図2】波長多重送信手段10の第1の実施形態と、光送信器故障に対する切替例を示す図。

【図3】波長多重受信手段20の第1の実施形態と切替例を示す図。

【図4】波長多重受信手段20の第1の実施形態における光分波器の構成例を示す図。

【図5】波長多重送信手段10の第2の実施形態と切替例を示す図。

【図6】波長多重受信手段20の第2の実施形態と切替例を示す図。

【図7】光伝送路故障に対する波長多重送信手段10の切替例を示す図。

【図8】光伝送路故障に対する波長多重送信手段10の切替例を示す図。

【図9】光分岐挿入ノード装置の構成例を示す図。

10 【図10】3つのノードをリング状に接続した波長多重伝送システムの構成例を示す図。

【図11】現用系と予備系を備えた従来の波長多重伝送装置の構成例を示す図。

【図12】従来の波長多重伝送装置の問題点を説明する図。

【符号の説明】

10 波長多重送信手段

11 信号選択回路

12, 13 光送信器

20 波長多重手段

15 光スイッチ

16 光カプラ

17 アレイ導波路回折格子 (AWG)

18 信号選択回路

20 波長多重受信手段

21 波長分離手段

22, 23 光受信器

24 信号選択回路

25 光分波器

30 26 光スイッチ

27 アレイ導波路回折格子 (AWG)

31 光スプリッタ

32 光フィルタ

33 透過波長可変光フィルタ

51 波長多重送信手段

52 光伝送路

53 波長多重受信手段

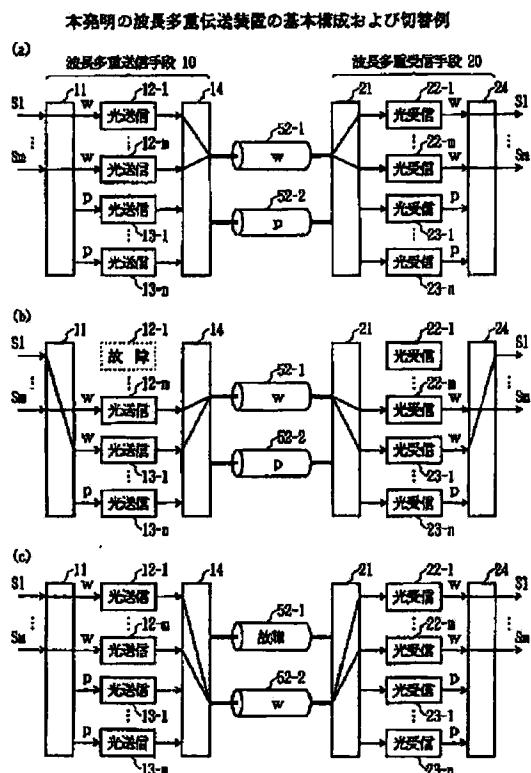
54 光送信器

55 光合波器

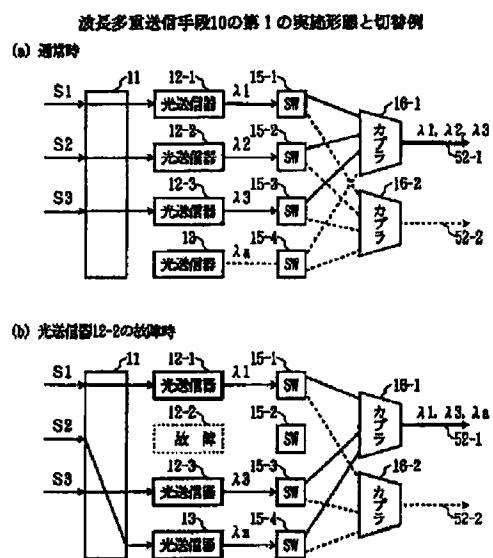
40 56 光分波器

57 光受信器

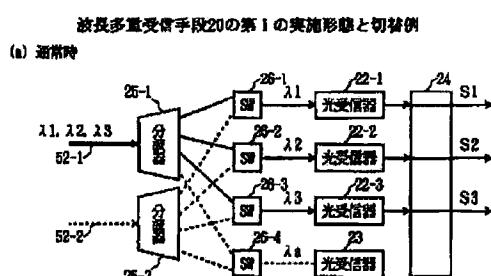
【図 1】



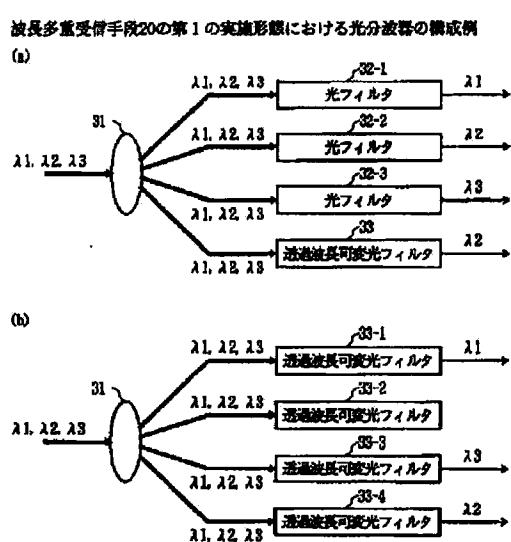
【図 2】



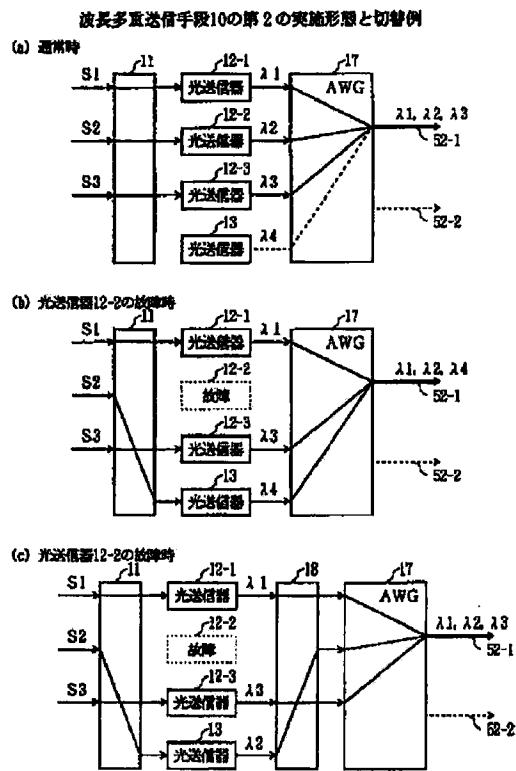
【図 3】



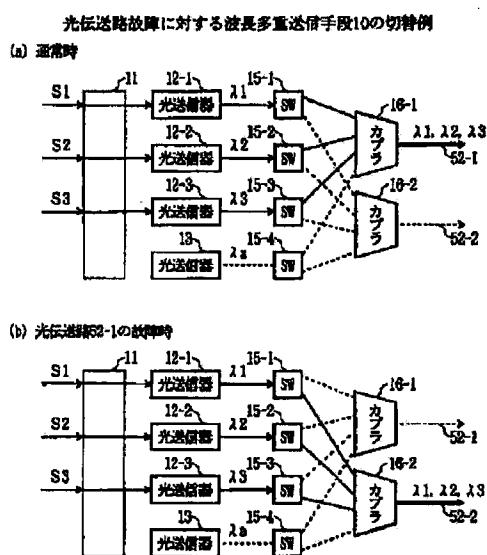
【図 4】



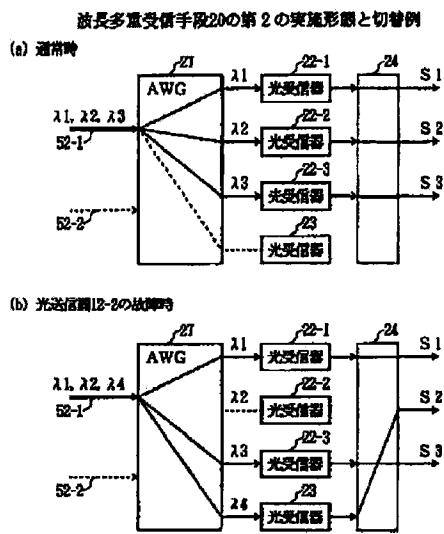
【図 5】



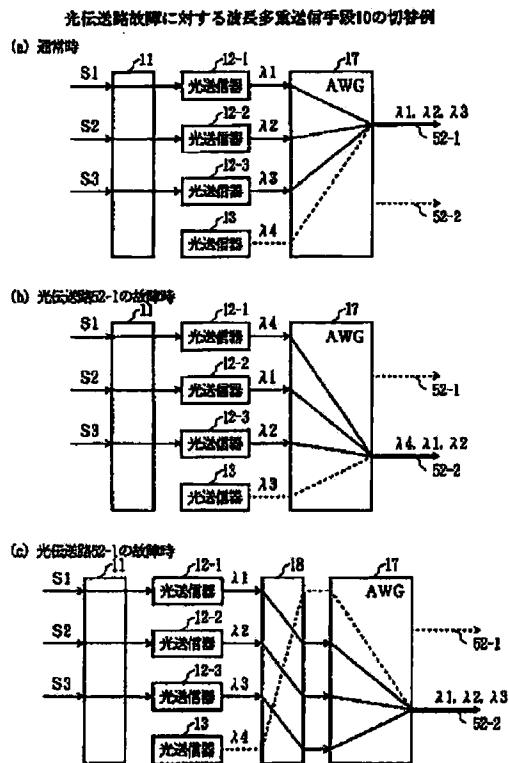
【図 7】



【図 6】

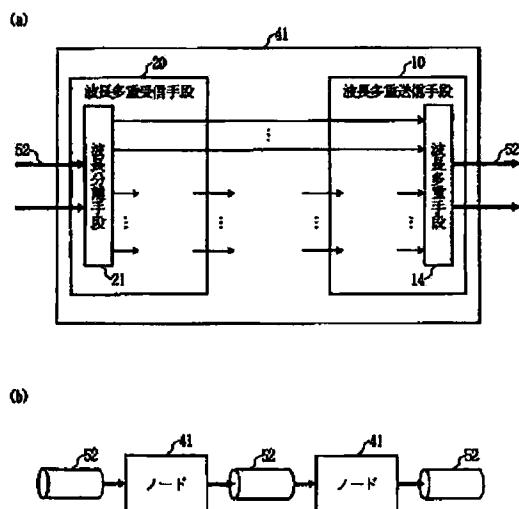


【図 8】



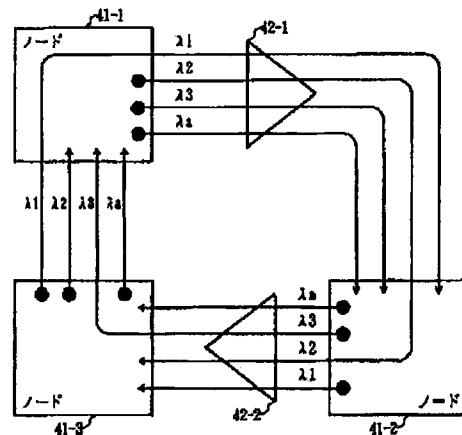
【図 9】

光分岐挿入ノード装置の構成例



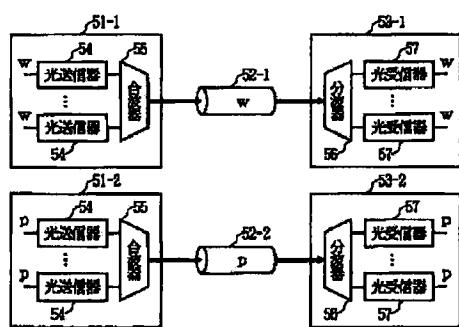
【図 10】

8つのノードをリング状に接続した波長多重伝送システムの構成例



【図 11】

現用系と予備系を備えた従来の波長多重伝送装置の構成例



【図 12】

